

## CADANGAN KARBON TANAH PADA BERBAGAI TINGKAT KERAPATAN TAJUK DI HUTAN LINDUNG KEBUN KOPI DESA NUPABOMBA KECAMATAN TANANTOVEA KABUPATEN DONGGALA

Muardimansah S, Akhbar<sup>1</sup>, Ida Arianingsih<sup>2</sup>.

Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako

Jl. Soekarno-Hatta Km. 9 Palu, Sulawesi Tengah 94118

<sup>1</sup>Mahasiswa Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako

<sup>2</sup>Staf Pengajar Fakultas Kehutanan Universitas Tadulako

### Abstract

One of the preserve forest in Central Sulawesi is a preserve forest kebun kopi located in the Nupabomba Village, Tanantovea, Donggala District with area 1591,1 ha. This study aims to estimate soil carbon stocks at different levels of canopy density in the preserve forest, Kebun Kopi, Nupabomba Village, Tanantovea, Donggala District using satellite imagery and Geographic Information System (GIS). The method used NDVI analysis serves to determine the level of canopy density. Determination of sample plots is done intentionally based on the image that represents the level of canopy density with size of each land type: 20 m x 100 m. in determination of organic carbon content, the method used is the method of Walkley and Black. Result from this study showed total soil carbon are stored at various levels in the preserve forest canopy density Kebun Kopi in Nupabomba Village is 103.047,26 tons. In the area areas with sparse canopy, found soil carbon stocks are 27,12 tons/ha with the area of 196,7 ha and soil carbon number reached 5334,50 tons. In the area with sparse canopy found reserve of soil carbon contained 69,25 tons/ha with the area of 755,2 ha, soil carbon reaches 52.297,6 tons. Whereas the tight canopy area found reserve of soil carbon contained 71,05 tons/ha with the area of 639,2 ha and soil carbon number reached 45.415,16 tons.

**Key words:** soil carbon, NDVI, Preserve Forest Kebun Kopi

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Perubahan iklim global yang terjadi akhir-akhir ini disebabkan karena terganggunya keseimbangan energi antara bumi dan atmosfer. Keseimbangan tersebut dipengaruhi antara lain oleh peningkatan gas-gas asam arang atau karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>) dan nitrous oksida (N<sub>2</sub>O) yang lebih dikenal dengan gas rumah kaca (GRK). Saat ini konsentrasi GRK sudah mencapai tingkat yang membahayakan iklim bumi dan keseimbangan ekosistem (Hairiah dan Rahayu, 2007)

Sekitar seperlima dari total emisi gas rumah kaca disebabkan oleh deforestasi dan degradasi hutan. Penelitian independen menunjukkan bahwa Indonesia selain menjadi salah satu emitor gas rumah kaca terbesar di dunia, juga merupakan negara yang akan terkena dampak akibat adanya perubahan iklim (Manuri dkk., 2011).

Mengantisipasi permasalahan tersebut, salah satunya adalah dengan upaya mitigasi terhadap karbon yang berada di bumi. Mitigasi merupakan tindakan untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan untuk meningkatkan penyimpanan karbon dalam rangka mengatasi perubahan iklim (CIFOR, 2009).

Lasco (2002) dalam Rahayu dkk (2004) menegaskan, bahwa untuk mengurangi dampak perubahan iklim, upaya yang dapat dilakukan saat ini adalah menurunkan emisi karbon dan meningkatkan penyerapan biomassa. Pengurangan emisi karbon dapat dilakukan melalui:

- a) Konservasi karbon tersimpan dengan menjaga hutan, kontrol deforestasi, penerapan sistem silvikultur, memperbaiki manajemen bahan organik tanah;
- b) Meningkatkan simpanan karbon dengan meningkatkan vegetasi berkayu; dan mensubsitisi penggunaan bahan bakar fosil dengan sumber energi terbaru dari

angin, biomassa, air, radiasi matahari, dan proses geothermal.

Salah satu kawasan hutan yang menjadi tempat penyimpanan karbon terbesar adalah kawasan Hutan lindung. Hutan lindung adalah kawasan hutan yang mempunyai fungsi pokok sebagai perlindungan sistem penyangga kehidupan untuk mengatur tata air, mencegah banjir, mengendalikan erosi, mencegah intrusi air laut, dan memelihara kesuburan tanah (UU No. 41 Tahun 1999). Sejalan dengan fungsi tersebut, kondisi yang terjadi di Hutan Lindung Kebun Kopi Desa Nupabomba telah mengalami perubahan fungsi kawasan hutan dan berdampak pada jumlah cadangan karbon yang tersimpan di dalam tanah.

Beragamnya tingkat kerapatan vegetasi di Desa tersebut juga berdampak terhadap jumlah simpanan karbon dalam tanah. Kawasan Hutan Lindung kebun kopi Desa Nupabomba cukup luas, maka pengamatan dengan teknologi manual untuk mengetahui cadangan karbon tanah membutuhkan tenaga, waktu, biaya yang cukup banyak. Oleh karena itu, perlu menggunakan teknologi penginderaan jauh dan mengintegrasikannya dengan Sistem Informasi Geografis (SIG).

#### **Rumusan Masalah**

Dari sejumlah masalah yang dijelaskan pada latar belakang dirumuskan masalah dalam penelitian ini yaitu berapa banyak cadangan karbon tanah yang tersimpan pada berbagai tingkat kerapatan tajuk di kawasan Hutan Lindung Kebun Kopi Desa Nupabomba, Kecamatan Tanantovea, Kabupaten Donggala.

#### **Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan dari penelitian ini agar dapat mengestimasi cadangan karbon tanah pada berbagai tingkat kerapatan tajuk di kawasan Hutan Lindung kebun kopi Desa Nupabomba Kecamatan Tanantovea, Kabupaten Donggala dengan menggunakan citra satelit dan Sistem Informasi Geografis (SIG).

Kegunaan penelitian ini agar dapat memberikan informasi mengenai kontribusi lahan yang ada di Hutan Lindung kebun kopi Desa Nupabomba terhadap potensi simpanan karbon dalam tanah.

## **METODE PENELITIAN**

### **Waktu dan Tempat**

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan yakni mulai bulan Maret sampai bulan Mei 2015. Penelitian dilaksanakan di Kawasan Hutan Lindung kebun kopi Desa Nupabomba, Kecamatan Tanantovea, Kabupaten Donggala.

### **Bahan dan alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel tanah, karet gelang, *Tally sheet*, Citra Landsat 8 terkoreksi geometrik pada bulan Maret Tahun 2013, Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) Wilayah Sulawesi Tengah, peta penggunaan lahan, dan bahan-bahan kimia untuk analisis contoh tanah di laboratorium.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ring sampel untuk mengambil sampel tanah utuh, alat penggali berupa sekop, tali raffia, plastik, ember plastik, pisau tanah, timbangan kapasitas 5 kg, kompas, *Global Position System* (GPS), alat ukur (meteran), alat tulis, kamera, dan alat-alat laboratorium yang digunakan untuk menganalisis sampel tanah.

### **Analisis Data Citra**

#### **Koreksi Citra**

Koreksi Citra dilakukan dengan radiometrik. Koreksi radiometrik merupakan tahap awal pengolahan data sebelum analisis dilakukan untuk suatu tujuan. Proses koreksi radiometrik mencakup koreksi efek-efek yang berhubungan dengan sensor untuk meningkatkan kontras setiap piksel dari citra, sehingga objek yang terekam mudah untuk diinterpretasikan.

#### **Analisis NDVI**

Untuk menghitung nilai kerapatan tajuk digunakan metode rasio *band* Inframerah dekat (NIR) dan *band* merah:

$$NDVI = \frac{NIR (5) - RED (4)}{NIR (5) + RED (4)}$$

Keterangan :  
NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*

NIR = Cahaya Inframerah dekat

RED = Cahaya merah

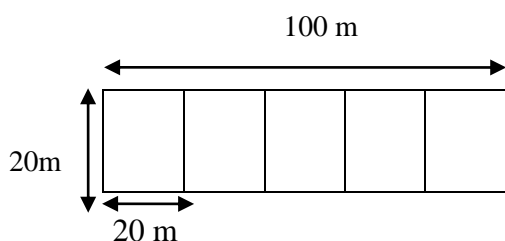
Tabel 2. Kisaran tingkat kerapatan berdasarkan NDVI

Kelas Kerapatan Hutan	Kisaran Nilai NDVI	Tingkat Kerapatan
1	-1,0 sampai 0,31	Jarang
2	0,32 sampai 0,42	Sedang
3	0,43 sampai 1	Lebat/rapat

(Sumber: BPDAS, 2006 dalam Rahmi, 2009)

### Teknik Pengumpulan Data Pembuatan Petak Ukur

Penentuan plot contoh dilakukan secara sengaja (*purposive*) yang didasarkan pada citra yang mewakili tiga tingkat kerapatan tajuk. Berikut gambar plot untuk pengambilan contoh tanah:



### Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan contoh tanah dibagi menjadi dua jenis yaitu tanah utuh dan tanah tidak utuh. Pengambilan contoh tanah dilakukan di tiga kedalaman yaitu 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm. Pengambilan sampel tanah utuh dilakukan dengan menggunakan ring sampel untuk keperluan analisis bobot isi tanah (*bulk density*). Sedangkan contoh tanah tidak utuh dilakukan dengan mengambil tanah di sekitar tanah utuh untuk keperluan analisis kandungan karbon organik (*c-organic*). Selanjutnya semua sampel tanah tersebut dibawa ke laboratorium untuk dianalisis.

### Analisis Data

Menurut Mustafa dkk (2012), bobot isi dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Bobot Isi (gr/cm}^3\text{)} = \frac{\text{BKTO (gr)}}{\text{Volume (cm)}}$$

Keterangan :

BKTO = Berat Kering Tanah Oven

### Karbon Organik Tanah dan Bahan Organik Tanah

Analisis karbon organik tanah menggunakan *Walkley* dan *Black*. Menurut Tim Dosen Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tadulako (2011) dalam

Megawati (2013) persentase karbon organik (C-organik) dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$C - organic (\%) = \frac{\text{ml FeSO}_4(\text{BC}) \times N \text{ FeSO}_4 \times \frac{\text{Kont.1}}{\text{Berat Contoh Tanah}}}{\text{Kont 2}}$$

Keterangan :

BC = Blanko contoh

N FeSO<sub>4</sub> (Normalitas Ferro sulfat) = 1

Kontrol 1 = 0,30

Kontrol 2 = 0,77

Bahan organik = 1,774 x *c-organic* (%)

### Karbon Tanah

Penghitungan karbon tanah sesuai Standar Nasional Indonesia (2011), dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C_t = K_d \times \rho \times \% \text{ C-organik}$$

Keterangan :

C<sub>t</sub> = kandungan karbon tanah dinyatakan (g/cm<sup>2</sup>)

K<sub>d</sub> = kedalaman contoh tanah dinyatakan dalam (cm)

ρ = kerapatan lindak (bulk density), dinyatakan dalam (g/cm<sup>3</sup>)

% *c-organic* = nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47 atau menggunakan nilai persen karbon yang diperoleh dari hasil pengukuran laboratorium.

Perhitungan cadangan karbon per hektar dihitung menggunakan rumus:

$$C_{\text{tanah}} = C_t \times 100$$

Keterangan :

C tanah = kandungan karbon organik per hektar dinyatakan dalam (ton/ha)

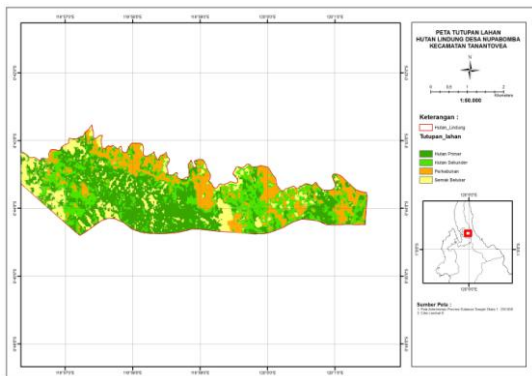
C<sub>t</sub> = kandungan karbon tanah dinyatakan (g/cm<sup>2</sup>)

100 = factor konversi dari g/cm<sup>2</sup> ke ton/ha

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Klasifikasi Citra

Pengklasifikasian dilakukan dengan menggunakan citra komposit warna asli yang menggabungkan tiga band yaitu band 654. Band ini memiliki kelebihan untuk menampilkan objek aslinya sesuai dengan keadaan lapangan.



Gambar 2. Peta Tutupan Lahan Hutan Lindung Kebun Kopi

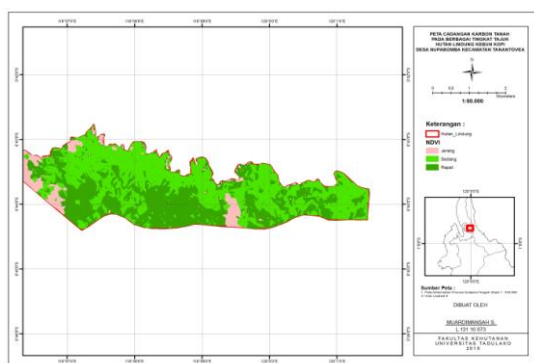
### Analisis NDVI

NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) adalah metode standar dalam membandingkan tingkat kehijauan vegetasi pada satelit. Selain itu NDVI juga digunakan sebagai indikasi biomassa tutupan lahan (Misra, 2007). Sulastri (2015) menjelaskan nilai NDVI yang rendah (negatif) menunjukkan tingkat vegetasi yang rendah seperti awan, air, tanah kosong, bangunan, dan unsur non-vegetasi lainnya. Sedangkan nilai NDVI yang tinggi (positif) menunjukkan tingkat vegetasi hijau yang tinggi.

Rentang nilai NDVI pada berbagai tingkat kerapatan tajuk sebagai berikut:

Tabel 3. Nilai NDVI pada berbagai tingkat kerapatan tajuk

No.	Tipe Hutan	Nilai NDVI	Luas (ha)
1.	Jarang	0,07 – 0,31	196,7
2.	Sedang	0,32 – 0,42	755,2
3.	Rapat	0,43 – 0,50	639,2
Total			1.591,1



Gambar 2. Peta NDVI Hutan Lindung Kebun Kopi

### Hasil Uji Akurasi Kelas Penggunaan Lahan

Untuk mengetahui tingkat ketelitian hasil klasifikasi perlu dilakukan uji akurasi dengan menggunakan metode *confusion matrix calculation*. Berikut tabel hasil uji akurasi pada penggunaan lahan hutan lindung kebun kopi.

Tabel 4. Analisis Akurasi Klasifikasi Jenis Penggunaan Lahan

Data Acuan (Lapangan)						TK	AP	APD	Akurasi Peta
	HP	HS	SM	KB					
Data Hasil Klasifikasi	HP	4	1			5	80%	100%	85%
	HS		5			5	100%	83%	
	SM			3	2	5	60%	100%	
	KB				5	5	100%	71%	
Total Baris		4	6	3	7	20	-	-	-

Keterangan :

TK = Total Kolom      HS = Hutan Sekunder  
AP = Akurasi Pengguna      SM = Semak  
APD = Akurasi Produksi      KB = Kebun  
HP = Hutan Primer

Berdasarkan tabel di atas jenis penggunaan lahan hasil klasifikasi citra terbimbing memiliki nilai akurasi sangat baik ( $\geq 80\%$ ) yaitu hutan sekunder dan kebun. Sedangkan nilai akurasi sedang terdapat pada hutan primer dan semak belukar yang memiliki nilai akurasi 60%.

### Bobot Isi (Bulk Density)

Bobot isi (*Bulk Density*) menunjukkan perbandingan antara berat kering tanah oven dengan volume. Hasil analisis bobot isi disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Bobot Isi Tanah Pada Berbagai Tingkat Kerapatan Tajuk Hutan Lindung Kebun Kopi

Lokasi Penelitian	Kedalaman (cm)	Bobot isi ( $\text{g/cm}^3$ )	Kriteria
Jarang	0-10	1,55	Sangat Tinggi
	10-20	1,60	Sangat Tinggi
	20-30	1,62	Sangat Tinggi
Sedang	0-10	1,11	Sedang
	10-20	1,33	Tinggi
	20-30	1,40	Tinggi
Rapat	0-10	1	Rendah
	10-20	1,07	Sedang
	20-30	1,30	Tinggi

Bobot isi tanah dipengaruhi oleh tingkat kerapatan tajuk dan kedalaman tanah, pada tiga tingkat kerapatan tajuk mempunyai kriteria yang bervariasi yaitu rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi. Wilayah yang bertajuk jarang memiliki bobot isi tanah yang masuk dalam kriteria sangat tinggi, baik pada kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm. Pada lokasi yang bertajuk sedang memiliki bobot isi yang masuk dalam kriteria sedang dan tinggi. Sementara itu, pada wilayah yang memiliki tajuk rapat bobot isi tanahnya terbagi menjadi tiga kriteria yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Perbedaan bobot isi tanah menunjukkan semakin dalam tanah maka semakin tinggi bobot isinya dan semakin rapat kerapatan tajuk suatu tempat maka bobot isi tanahnya semakin rendah.

Perbedaan tersebut juga dipengaruhi oleh pengelolaan tanah hutan. Selain itu, pada daerah yang bertajuk jarang memiliki tekstur tanah yang lebih padat dibandingkan pada daerah yang bertajuk sedang dan padat.

#### **Karbon Organik Tanah dan Bahan Organik Tanah**

Komponen tanah yang utama adalah air, udara, bahan organik dan bahan mineral (anorganik). Tanah yang produktif mengandung 5% bahan organik dan 95% bahan anorganik, sedangkan tanah-tanah gambut mengandung 95% bahan organik dan 5% bahan anorganik (Fauzi, A. 2008).

Hasil analisis karbon organik tanah dan bahan organik tanah disajikan pada tabel 6:

Tabel 6. Kadar Karbon Organik (*C-Organik*) Pada Berbagai Tingkat Kerapatan Tajuk Hutan Lindung Kebun Kopi

Lokasi Penelitian	Kedalaman (cm)	C-Organik (%)	Kriteria
Jarang	0-10	0,81	Sangat Rendah
	10-20	0,67	Sangat Rendah
	20-30	0,23	Sangat Rendah
Sedang	0-10	2,85	Sedang
	10-20	1,69	Rendah
	20-30	1,07	Rendah
Rapat	0-10	3,36	Tinggi
	10-20	2,01	Sedang
	20-30	1,31	Rendah

Secara umum dari hasil yang diperoleh, karbon organik tanah dipengaruhi oleh tingkat kerapatan tajuk serta kedalaman tanah, pada daerah yang bertajuk rapat jumlah karbon organik lebih tinggi dibandingkan daerah yang bertajuk sedang dan jarang, sedangkan karbon organik pada kedalaman 0-10 cm lebih tinggi jika dibandingkan dengan kedalaman 10-20 cm dan 20-30 cm.

Menurut Fadly (2014) tanah yang baik merupakan tanah yang mengandung hara. Unsur yang terpenting dalam tanah agar dapat mendukung kesuburan tanah salah satunya adalah kandungan karbon organik. Karbon organik merupakan bagian dari tanah yang merupakan suatu sistem kompleks dan dinamis, yang bersumber dari sisa tanaman dan atau binatang yang terdapat di dalam tanah yang terus menerus mengalami perubahan bentuk, karena dipengaruhi oleh faktor biologi, fisika, dan kimia.

Seresah merupakan salah satu komponen yang menyimpan karbon. Daerah yang bertajuk rapat memiliki kandungan karbon organik tanah lebih besar karena tanah pada daerah tersebut memiliki lebih banyak seresah dibanding dengan tanah yang pada daerah bertajuk sedang dan jarang. Seresah didefinisikan sebagai daun atau ranting kecil yang telah jatuh dan berada di lantai hutan. (Syam'ani dkk., 2012). Hasil analisis bahan organik tanah dapat dilihat pada tabel 7:

Tabel 7. Kandungan Bahan Organik (%) Pada Berbagai Tingkat Kerapatan Tajuk Hutan Lindung Kebun Kopi

Lokasi Penelitian	Kedalaman (cm)	Bahan Organik (%)	Kriteria
Jarang	0-10	1,40	Sangat Rendah
	10-20	1,16	Sangat Rendah
	20-30	0,40	Sangat Rendah
Sedang	0-10	4,91	Rendah
	10-20	2,92	Rendah
	20-30	1,85	Sangat Rendah
Rapat	0-10	5,79	Sedang
	10-20	3,47	Rendah
	20-30	2,26	Rendah

Bahan organik merupakan bagian integral dari tiap tanah yang mempengaruhi sifat-sifat fisik, kimia dan biologi tanah jauh lebih besar dari proporsi bahan ini dalam tanah (Mustafa dkk., 2012). Kandungan bahan organik tanah dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain iklim, tipe penggunaan lahan, relief, *landform*, aktivitas manusia. Bahan organik tanah berpengaruh penting dalam sifat fisika dan biologi tanah sehingga akan berpengaruh pula pada pertumbuhan tanaman (Fadly, 2014).

Penelitian ini menunjukkan bahan organik tanah juga dipengaruhi oleh tingkat kerapatan tajuk serta kedalaman tanah sebagaimana karbon organik, pada daerah yang bertajuk rapat jumlah karbon organik lebih tinggi dibandingkan daerah yang bertajuk sedang dan jarang, sedangkan bahan organik pada kedalaman 0-10cm lebih tinggi jika dibandingkan dengan kedalaman 10-20cm dan 20-30 cm. Pada daerah yang bertajuk jarang dan sedang meskipun kadar bahan organiknya masuk dalam kriteria yang sama tetapi memiliki nilai yang berbeda, dimana pada kedalaman 0-10cm kandungan bahan organik tanahnya lebih tinggi dibanding kedalaman 10-20 cm dan 20-30 cm.

#### Cadangan Karbon Tanah di Hutan Lindung Kebun Kopi

Hasil analisis rata-rata cadangan karbon tanah pada berbagai tingkat kerapatan tajuk disajikan pada tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata Cadangan Karbon Tanah Pada Berbagai Tingkat Kerapatan Tajuk Hutan Lindung Kebun Kopi

Lokasi Penelitian	Kedalaman (cm)	C <sub>tanah</sub> (ton ha <sup>-1</sup> )	Kedalaman 0-30 cm (ton ha <sup>-1</sup> )
Jarang	0-10	12,60	27,12
	10-20	10,77	
	20-30	3,75	
Sedang	0-10	31,80	69,25
	10-20	22,47	
	20-30	14,98	
Rapat	0-10	32,93	71,05
	10-20	21,51	
	20-30	17,03	

Berdasarkan hasil perhitungan yang tersaji dalam tabel di atas perbedaan jumlah kandungan karbon tanah berbeda pada setiap

tingkat kedalaman maupun tingkat kerapatan tajuk. Pada kedalaman 0-10cm jumlah kandungan karbon tanahnya jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kedalaman 20-30cm.

Daerah yang bertajuk rapat memiliki cadangan karbon tanah yang lebih banyak karena jumlah kandungan karbon organiknya lebih besar dibandingkan daerah yang bertajuk sedang dan jarang. Sebagaimana menurut Juniariani (2011) tingkat karbon tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya kondisi iklim, suhu udara, kelembaban, curah hujan, tipe tanah, tipe vegetasi, hasil biomassa, pengelolaan pertanian pemupukan, dan topografi lahan.

#### Sebaran Karbon Tanah pada Berbagai Tingkat Kerapatan Tajuk

Luas Hutan Lindung Kebun Kopi di Desa Nupa Bomba Kecamatan Tanantovea adalah 1.591,1ha. Hasil perhitungan ArcGIS 10 diperoleh luasan berdasarkan tingkat kerapatan tajuk yaitu 196,7 ha daerah bertajuk jarang, 755,2 ha daerah bertajuk sedang, dan 639,2 ha daerah bertajuk rapat. Dari luas tersebut diperoleh jumlah karbon tanah yang tersimpan di Hutan Lindung Kebun Kopi (tabel 9).

Tabel 9. Total Karbon yang Tersimpan Pada Berbagai Tingkat Kerapatan Tajuk di Hutan Lindung Kebun Kopi

No.	Tipe	Luas (ha)	Karbon Tanah (ton/ha)	Total Karbon Tanah (ton)
1	Jarang	196,7	27,12	5.334,50
2	Sedang	755,2	69,25	52.297,6
3	Rapat	639,2	71,05	45.415,16
Total				103.047,26

Total karbon yang tersimpan pada berbagai tingkat kerapatan tajuk di hutan lindung kebun kopi Desa Nupabomba adalah 103.047,26 ton. Pada daerah yang bertajuk jarang terdapat cadangan karbon tanah 27,12 ton/ha dengan luas daerah 196,7 ha jumlah karbon tanah mencapai 5.334,50 ton. Pada daerah yang bertajuk sedang terdapat cadangan karbon tanah 69,25 ton/ha dengan luas daerah 755,2 ha jumlah karbon tanah mencapai 52.297,6 ton. Sedangkan pada daerah yang bertajuk rapat terdapat cadangan karbon tanah 71,05 ton/ha dengan luas daerah 639,2 ha jumlah karbon tanah mencapai 45.415,16 ton.

Dari hasil perhitungan karbon tersebut, daerah bertajuk jarang memiliki kandungan karbon yang sangat sedikit jumlahnya, maka perlu dilakukan pengelolaan berupa perencanaan penanaman pohon pada daerah yang bertajuk jarang. Sehingga tanah di Hutan Lindung Kebun Kopi mampu menyerap karbon secara maksimal.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Nilai NDVI pada berbagai tingkat kerapatan tajuk di Hutan Lindung Kebon Kopi adalah daerah bertajuk jarang berkisar antara 0,07-0,31 dengan luas lahan 196,7 ha. Daerah bertajuk sedang berkisar antara 0,32-0,42 dengan luas lahan 755,2 ha. Dan daerah bertajuk rapat berkisar antara 0,43-0,50 dengan luas lahan 639,2 ha.
2. Total cadangan karbon tanah di hutan lindung kebun kopi adalah 103.047,26 ton. Terdapat pada berbagai tingkat kerapatan tajuk yaitu 5.334,50 ton pada daerah yang bertajuk jarang, 52.297,6 ton pada daerah yang bertajuk sedang, dan 45.415,16 ton pada daerah yang bertajuk rapat.

### DAFTAR PUSTAKA

- CIFOR, 2009. REDD: *Apakah Itu? Pedoman CIFOR Tentang Hutan, Perubahan Iklim dan REDD*. CIFOR: Bogor.
- Fadly, M. 2014. *Penetapan Kadar Bahan Organik Tanah (C-Organik Metode Walkley And Black)*. Universitas Hasanudin: Makassar
- Fauzi, A. 2008. *Analisa Kadar Unsur Hara Karbon Organik dan Nitrogen di Dalam Tanah Perkebunan Kelapa Sawit Bengkalis Riau*. Tugas Akhir
- Hairiah K, Rahayu S. 2007. *Pengukuran 'Karbon Tersimpan' di Berbagai Macam Penggunaan Lahan*. Bogor. World Agroforestry Centre-ICRAF, SEA Regional Office, University of Brawijaya, Unibraw, Indonesia.
- Januariani, 2011. *Estimasi Tingkat Karbon Tanah Menggunakan Ekstended Kalman Filter*. Tesis. ITS
- Manuri S. Chandra A. Agus DS. 2011. *Teknik Pendugaan Cadangan Karbon Hutan*. Palembang
- Megawati K. 2013. *Cadangan Karbon Tanah Pada Taman Nasional Lore Lindu*. Skripsi. Fakultas Kehutanan Untad. Palu
- Misrah. 2011. *Karbon Tanah Di Kawasan Hutan Pendidikan Untad*. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Untad. Palu
- Mustafa, M., Asmita, A., Muhammad, A., Masyhur, M. 2012. *Hibah Penulisan Buku Ajar Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Makassar.
- Rahayu S, Betha L, Van Nonmijck M. 2004. *Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah Pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Kabupaten Nunukan*. Kalimantan Timur
- Rahmi, J. 2009. *Hubungan Kerapatan Tajuk dan Penggunaan Lahan Berdasarkan Analisis Citra Satelit dan Sistem Informasi Geografis Di Taman Nasional Gunung Lauser*. Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Standar Nasional Indonesia, 2011. *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon–Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting)*. Badan Standar Nasional. Jakarta
- Sulastri. 2015. *Biomassa Karbon Pohon yang Tersimpan di Arboretum Dinas Kehutanan Provinsi Sulawesi Tengah Kota Palu*. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Untad.
- Syam'ani, Arfa, A. Susilawati, Yusanto, N. 2012. *Cadangan Karbon Di Atas Permukaan Tanah Pada Berbagai Sistem Penutupan Lahan Di Sub-sub DAS Amandit*. Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- UU No. 41 Tahun 1999. Pasal 1 angka (4 s/d 11)